

(12)特許協力条約に基づいて公開された国際出願



**PCT**

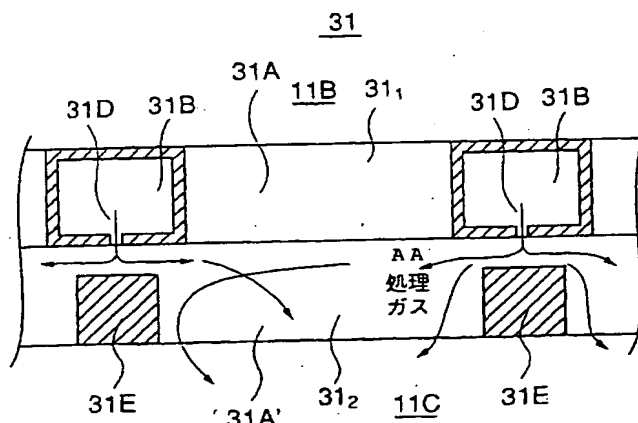
(10) 国際公開番号  
WO 02/080249 A1

- |  |                                 |   |   |
|--|---------------------------------|---|---|
| (51) 国際特許分類:                             | H01L 21/31, 21/3065, H05H 1/46  | (71) 出願人 および                                    |   |
| (21) 国際出願番号:                             | PCT/JP02/03108                  | (72) 発明者: 大見 忠弘 (OHMI, Tadahiro) [JP/JP]; 千     | 980-0813 宮城県 仙台市 青葉区 米ヶ袋 2 丁目               |
| (22) 国際出願日:                              | 2002 年 3 月 28 日 (28.03.2002)    | (72) 発明者; および                                   |   |
| (25) 国際出願の言語:                            | 日本語                             | (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 平山 昌樹 (HI-             | RAYAMA, Masaki) [JP/JP]; 千 980-8579 宮城県 仙台市 |
| (26) 国際公開の言語:                            | 日本語                             | 青葉区 荒巻字青葉 0 5 東北大学大学院工学研究科電子                    | 工学専攻内 Miyagi (JP). 須川 成利 (SUGAWA, Shige-    |
| (30) 優先権データ:                             |                                 | toshi) [JP/JP]; 千 980-8579 宮城県 仙台市青葉区 荒巻        | 字青葉 0 5 東北大学大学院工学研究科電子工学専攻                  |
| 特願 2001-094272                           | 2001 年 3 月 28 日 (28.03.2001) JP | 内 Miyagi (JP). 後藤 哲也 (GOTO, Tetsuya) [JP/JP]; 千 | 980-8579 宮城県 仙台市青葉区 荒巻字青葉 0 5 東北            |
| (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 東京エ          |                                 | 大学大学院工学研究科電子工学専攻内 Miyagi (JP).                  |   |
| レクトロン株式会社 (TOKYO ELECTRON LIMITED)       |                                 | (74) 代理人: 伊東 忠彦 (ITO, Tadahiko); 千 150-6032 東京  |   |
| [JP/JP]; 千 107-8481 東京都 港区 赤坂五丁目 3 番 6 号 |                                 | 都 渋谷区 恵比寿 4 丁目 2 0 番 3 号 恵比寿ガーデン                |   |
| Tokyo (JP).                              |                                 | プレイスタワー 3 2 階 Tokyo (JP).                       |   |

〔続葉有〕

(54) Title: PLASMA PROCESSING DEVICE

(54) 発明の名称: プラズマ処理装置



AA...PROCESSING GAS

**WO 02/080249 A1**

(57) Abstract: A plasma processing device comprises a processing vessel defined by an outer wall and having a holding block for holding a board to be processed, an exhaust system connected to the processing vessel, a plasma gas feed section for feeding plasma gas to the processing vessel, a microwave antenna installed on the processing vessel in opposed relation to the board to be processed, a processing gas feeding section disposed between the board to be processed on the holding block and the plasma gas feeding section in opposed relation to the board to be processed, wherein the processing gas feeding section comprises a plurality of first openings formed in the processing vessel to allow the plasma gas to pass therethrough, a processing gas passageway adapted to be connected to a processing gas source, a plurality of second openings communicating with the processing gas passageway, a diffusion section disposed in opposed relation to the second openings for diffusing the processing gas which is discharged through the second openings.

〔続葉有〕



(81) 指定国 (国内): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NO, NZ, OM, PH, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SI, SK, SL, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

(84) 指定国 (広域): ARIPO 特許 (GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア特許

(AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ特許 (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, TR), OAPI 特許 (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告書

2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

(57) 要約:

プラズマ処理装置は、外壁により画成され、被処理基板を保持する保持台を備えた処理容器と、前記処理容器に結合された排気系と、前記処理容器中にプラズマガスを供給するプラズマガス供給部と、前記処理容器上に、前記被処理基板に対応して設けられたマイクロ波アンテナと、前記保持台上の被処理基板と前記プラズマガス供給部との間に、前記被処理基板に対面するように設けられた処理ガス供給部とよりなり、前記処理ガス供給部は、前記処理容器内に形成されたプラズマを通過させる複数の第1の開口部と、処理ガス源に接続可能な処理ガス通路と、前記処理ガス通路に連通した複数の第2の開口部と、前記第2の開口部に対向して設けられ、前記第2の開口部より放出される処理ガスを拡散させる拡散部とを備えた構成する。

## 明細書

## プラズマ処理装置

## 技術分野

- 5 本発明は一般にプラズマ処理装置に係り、特にマイクロ波プラズマ処理装置に関する。

プラズマ処理工程およびプラズマ処理装置は、近年のいわゆるディープサブミクロン素子あるいはディープサブクォーターミクロン素子と呼ばれる $0.1\mu\text{m}$ に近い、あるいはそれ以下のゲート長を有する超微細化半導体装置の製造や、液

10 晶表示装置を含む高解像度平面表示装置の製造にとって、不可欠の技術である。

- 半導体装置や液晶表示装置の製造に使われるプラズマ処理装置としては、従来より様々なプラズマの励起方式が使われているが、特に平行平板型高周波励起プラズマ処理装置あるいは誘導結合型プラズマ処理装置が一般的である。しかしこれら従来のプラズマ処理装置は、プラズマ形成が不均一であり、電子密度の高い
- 15 領域が限定されているため大きな処理速度すなわちスループットで被処理基板全面にわたり均一なプロセスを行うのが困難である問題点を有している。この問題は、特に大径の基板を処理する場合に深刻になる。しかもこれら従来のプラズマ処理装置では、電子温度が高いため被処理基板上に形成される半導体素子にダメージが生じ、また処理室壁のスパッタリングによる金属汚染が大きいなど、いく
- 20 つかの本質的な問題を有している。このため、従来のプラズマ処理装置では、半導体装置や液晶表示装置のさらなる微細化およびさらなる生産性の向上に対する厳しい要求を満たすことが困難になりつつある。

- 一方、従来より直流磁場を用いずにマイクロ波電界により励起された高密度プラズマを使うマイクロ波プラズマ処理装置が提案されている。例えば、均一なマイクロ波を発生するように配列された多数のスロットを有する平面状のアンテナ
- 25 (ラジアルラインスロットアンテナ) から処理容器内にマイクロ波を放射し、このマイクロ波電界により真空容器内のガスを電離してプラズマを励起させる構成のプラズマ処理装置が提案されている。例えば特開平9-63793公報を参照。このような手法で励起されたマイクロ波プラズマではアンテナ直下の広い領域に

- わたって高いプラズマ密度を実現でき、短時間で均一なプラズマ処理を行うことが可能である。しかもかかる手法で形成されたマイクロ波プラズマではマイクロ波によりプラズマを励起するため電子温度が低く、被処理基板のダメージや金属汚染を回避することができる。さらに大面積基板上にも均一なプラズマを容易に
- 5 励起できるため、大口径半導体基板を使った半導体装置の製造工程や大型液晶表示装置の製造にも容易に対応できる。

### 背景技術

- 図1A、Bは、かかるラジアルラインスロットアンテナを使った従来のマイクロ波プラズマ処理装置100の構成を示す。ただし図1Aはマイクロ波プラズマ処理装置100の断面図を、また図1Bはラジアルラインスロットアンテナの構成を示す図である。
- 10

- 図1Aを参照するに、マイクロ波プラズマ処理装置100は複数の排気ポート116から排気される処理室101を有し、前記処理室101中には被処理基板114を保持する保持台115が形成されている。前記処理室101の均一な排気を実現するため、前記保持台115の周囲にはリング状に空間101Aが形成されており、前記複数の排気ポート116を前記空間101Aに連通するように等間隔で、すなわち被処理基板に対して軸対称に形成することにより、前記処理室101を前記空間101Aおよび排気ポート116を介して均一に排気することが
- 15
- 20

- 前記処理室101上には、前記保持台115上の被処理基板114に対応する位置に、前記処理室101の外壁の一部として、低損失誘電体よりなり多数の開口部107を形成された板状のシャワープレート103がシールリング109を介して形成されており、さらに前記シャワープレート103の外側に同じく低損失誘電体よりなるカバープレート102が、別のシールリング108を介して設けられている。
- 25

前記シャワープレート103にはその上面にプラズマガスの通路104が形成されており、前記複数の開口部107の各々は前記プラズマガス通路104に連通するように形成されている。さらに、前記シャワープレート103の内部には、

前記処理容器101の外壁に設けられたプラズマガス供給ポート105に連通するプラズマガスの供給通路108が形成されており、前記プラズマガス供給ポート105に供給されたArやKr等のプラズマガスは、前記供給通路108から前記通路104を介して前記開口部107に供給され、前記開口部107から前記処理容器101内部の前記シャワープレート103直下の空間101Bに、実質的に一様な濃度で放出される。

前記処理容器101上には、さらに前記カバープレート102の外側に、前記カバープレート102から4~5mm離間して、図1Bに示す放射面を有するラジアルラインスロットアンテナ110が設けられている。前記ラジアルラインスロットアンテナ110は外部のマイクロ波源（図示せず）に同軸導波管110Aを介して接続されており、前記マイクロ波源からのマイクロ波により、前記空間101Bに放出されたプラズマガスを励起する。前記カバープレート102とラジアルラインスロットアンテナ110の放射面との間の隙間は大気により充填されている。

前記ラジアルラインスロットアンテナ110は、前記同軸導波管110Aの外側導波管に接続された平坦なディスク状のアンテナ本体110Bと、前記アンテナ本体110Bの開口部に形成された、図1Bに示す多数のスロット110aおよびこれに直交する多数のスロット110bを形成された放射板110Cとよりなり、前記アンテナ本体110Bと前記放射板110Cとの間には、厚さが一定の誘電体板よりなる遅相板110Dが挿入されている。

かかる構成のラジアルラインスロットアンテナ110では、前記同軸導波管110から給電されたマイクロ波は、前記ディスク状のアンテナ本体110Bと放射板110Cとの間を、半径方向に広がりながら進行するが、その際に前記遅相板110Dの作用により波長が圧縮される。そこで、このようにして半径方向に進行するマイクロ波の波長に対応して前記スロット110aおよび110bを同心円状に、かつ相互に直交するように形成しておくことにより、円偏波を有する平面波を前記放射板110Cに実質的に垂直な方向に放射することができる。

かかるラジアルラインスロットアンテナ110を使うことにより、前記シャワープレート103直下の空間101Bに均一な高密度プラズマが形成される。こ

のようにして形成された高密度プラズマは電子温度が低く、そのため被処理基板 114 にダメージが生じることがなく、また処理容器 101 の器壁のスパッタリングに起因する金属汚染が生じることもない。

図 1 のプラズマ処理装置 100 では、さらに前記処理容器 101 中、前記シャワープレート 103 と被処理基板 114 との間に、外部の処理ガス源（図示せず）から前記処理容器 101 中に形成された処理ガス通路 112 を介して処理ガスを供給する多数のノズル 113 を形成された導体構造物 111 が形成されており、前記ノズル 113 の各々は、供給された処理ガスを、前記導体構造物 111 と被処理基板 114 との間の空間 101 C に放出する。すなわち前記導体構造物 111 は処理ガス供給部として機能する。前記処理ガス供給部を構成する導体構造物 111 には、前記隣接するノズル 113 と 113 との間に、前記空間 101 B において形成されたプラズマを前記空間 101 B から前記空間 101 C に拡散により、効率よく通過させるような大きさの開口部が形成されている。

そこで、このように前記処理ガス供給部 111 から前記ノズル 113 を介して処理ガスを前記空間 101 C に放出した場合、放出された処理ガスは前記空間 101 B において形成された高密度プラズマにより励起され、前記被処理基板 114 上に、一様なプラズマ処理が、効率的かつ高速に、しかも基板および基板上の素子構造を損傷させることなく、また基板を汚染することなく行われる。一方前記ラジアルラインスロットアンテナ 110 から放射されたマイクロ波は、導体よりなる前記処理ガス供給部 111 により阻止され、被処理基板 114 を損傷させることはない。

ところで、図 1 A、1 B で説明した上記のプラズマ処理装置 100 では、前記処理ガス供給部 111 からの処理ガスの導入が均一に行われることが非常に重要である。また、前記処理ガス供給部 111 は空間 101 B において励起されたプラズマを、前記被処理基板 114 直上の空間 101 C へと速やかに通過させることが可能でなければならない。

図 2 は、従来より使われている前記処理ガス供給部 111 の構成を示す底面図である。

図 2 を参照するに、前記処理ガス供給部 111 は A1 含有ステンレススチール

などよりなるディスク状のプレート部材であり、前記空間 101B 中の高密度プラズマを通過させる多数の大きな開口部 111B が行列状に形成されている。また前記ディスク状プレート部材 111 中には前記処理ガス通路 112 に連通する処理ガス分配通路 112A が外周に沿って形成されており、前記処理ガス分配通路 112A に連通するように、格子状の処理ガス通路 113A が形成されており、前記格子状処理ガス通路 113A には多数のノズル開口部 113 が形成されている。

かかる構成によれば、図 2 中に破線で重ねて示した被処理基板 114 の表面に、多数のノズル開口部 113 から処理ガスがほぼ均一に導入される。

10 一方、図 2 の底面図の構成では前記ノズル開口部 113 が前記被処理基板 114 に向う方向に形成されているため、前記ノズル開口部 113 を密に形成したとしても、処理ガスを被処理基板 114 の表面に到達するまでに十分に拡散させることが困難である。また前記ノズル開口部 113 を余り密に形成してしまうと、処理ガスが基板 114 周辺部に主に供給されてしまい、中心部において枯渇する可能性がある。また図 1A, 1B のプラズマ処理装置 100 では、前記空間 101B および 101C が速やかに排気されるように前記シャワープレート 103 と被処理基板 114 との距離を狭めてあり、その結果前記ノズル開口部 113 から導入された処理ガスは被処理基板 114 に速やかに到達してしまい、十分に拡散することができない。

20 さらに、図 1A, 1B のプラズマ処理装置 100 では前記処理ガス供給部 111 は高密度プラズマに起因する大量の熱フラックスに曝されるため、温度が上昇してしまう問題点を有している。

#### 発明の開示

25 そこで、本発明は上記の課題を解決した新規で有用なプラズマ処理装置を提供することを概括的課題とする。

本発明のより具体的な課題は、処理ガスを均一に供給できる処理ガス供給部を備えたプラズマ処理装置を供給することにある。

本発明の他の課題は、処理ガス供給部の昇温を回避できる構成のプラズマ処理

装置を提供することにある。

本発明のその他の課題は、

外壁により画成され、被処理基板を保持する保持台を備えた処理容器と、

前記処理容器に結合された排気系と、

- 5 前記処理容器中にプラズマガスを供給するプラズマガス供給部と、  
前記処理容器上に、前記被処理基板に対応して設けられたマイクロ波アンテナと、

前記保持台上の被処理基板と前記プラズマガス供給部との間に、前記被処理基板に対面するように設けられた処理ガス供給部とよりなり、

- 10 前記処理ガス供給部は、前記処理容器内に形成されたプラズマを通過させる複数の第1の開口部と、処理ガス源に接続可能な処理ガス通路と、前記処理ガス通路に連通した複数の第2の開口部と、前記第2の開口部に対向して設けられ、前記第2の開口部より放出される処理ガスを拡散させる拡散部とを備えたプラズマ処理装置を提供することにある。

- 15 本発明によれば、処理ガス供給部中に、処理ガスを供給するノズル開口部に対応して拡散部を形成することにより、前記ノズル開口部から供給された処理ガスの流路が側方に曲げられ、拡散および混合が促進される。その際、前記処理ガス供給部を処理ガス通路およびノズル開口部を有する第1の部分と前記拡散部を有する第2の部分とより構成しておけば、前記拡散部を前記ノズル開口部に対応した凹部の形で容易に形成することが可能になる。さらにかかる拡散部を、プラズマを通過させる開口部の両側に、互い違いに形成しておくことにより、前記拡散部により流路を側方に屈曲された処理ガス流をさらに屈曲させることが可能になり、処理ガスの拡散および混合が一層促進される。また前記第1の部分と第2の部分とを別部材により構成し、前記第2の部分に冷媒通路を形成することで、前記処理ガス供給部の昇温を抑制することが可能になる。

- 25

本発明のその他の課題は、

外壁により画成され、被処理基板を保持する保持台を備えた処理容器と、

前記処理容器に結合された排気系と、

前記処理容器中にプラズマガスを供給するプラズマガス供給部と、



前記処理容器上に、前記被処理基板に対応して設けられたマイクロ波アンテナと、

前記保持台上の被処理基板と前記プラズマガス供給部との間に、前記被処理基板に対面するように設けられた処理ガス供給部とよりなり、

- 5 前記処理ガス供給部は、前記処理容器内に形成されたプラズマを通過させる複数の第1の開口部と、処理ガス源に接続可能な処理ガス通路と、前記処理ガス通路に連通した複数の第2の開口部とを備え、

前記第2の開口部は、前記処理ガスを、前記被処理基板に対して斜めに放出するプラズマ処理装置を提供することにある。

- 10 本発明によれば、前記処理ガス供給部から供給された処理ガスが被処理基板表面において跳ね返り、マイクロ波窓や処理ガス供給部に到達し、堆積を生じる問題が回避される。

本発明のその他の課題は、

外壁により画成され、被処理基板を保持する保持台を備えた処理容器と、

- 15 前記処理容器に結合された排気系と、

前記処理容器中にプラズマガスを供給するプラズマガス供給部と、

前記処理容器上に、前記保持台上の被処理基板に対面するように、前記外壁の一部前記保持台上の被処理基板と対面するように設けられ、誘電体材料よりなるマイクロ波窓と、

- 20 前記マイクロ波窓に結合されたマイクロ波アンテナと、

前記保持台上の被処理基板と前記プラズマガス供給部との間に、前記被処理基板に対面するように設けられた処理ガス供給部と、

前記マイクロ波窓の、前記被処理基板に面する側の表面温度を約150℃に制御する温度制御部とを備えたプラズマ処理装置。

- 25 本発明によれば、前記マイクロ波窓の温度を約150℃に制御することにより、かかるマイクロ波窓表面への堆積物の形成が抑制される。

本発明のその他の目的および特徴は、以下に図面を参照しながら行う好ましい実施例についての詳細な説明より明らかとなる。

### 図面の簡単な説明

- 図 1 A, 1 B は、従来のラジアルラインスロットアンテナを使ったマイクロ波プラズマ処理装置の構成を示す図；
- 図 2 は、図 1 のプラズマ処理装置で使われる処理ガス供給構造を示す底面図；
- 5 図 3 A, 3 B は、本発明の第 1 実施例によるマイクロ波プラズマ処理装置の構成を示す図；
- 図 4 は、図 3 のプラズマ処理装置で使われる処理ガス供給構造を示す斜視図；
- 図 5 は、図 4 の処理ガス供給構造の一部を構成する導電性ディスク部材を示す底面図；
- 10 図 6 は、図 4 の処理ガス供給構造の別の一部を構成する導電性ディスク部材を示す平面図；
- 図 7 は、図 4 の処理ガス供給構造の作用を説明する図；
- 図 8 は、図 5 の導電性ディスク部材の一部を拡大して示す図；
- 図 9 は、図 5 の導電性ディスク部材の作用を説明する図；
- 15 図 10 は、本発明の第 2 実施例による処理ガス供給構造の構成を示す図；
- 図 11 は、本発明の第 3 実施例によるプラズマ処理装置の構成を示す図；
- 図 12 は、本発明の第 4 実施例によるプラズマ処理装置の構成を示す図；
- 図 13 は、本発明の第 5 実施例によるプラズマ処理装置の構成を示す図；
- 図 14 は、本発明の第 6 実施例によるプラズマ処理装置の構成を示す図；
- 20 図 15 は、本発明の第 7 実施例によるプラズマ処理装置の構成を示す図；
- 図 16 は、本発明の第 8 実施例によるプラズマ処理装置の構成を示す図；
- 図 17 A, 17 B は、本発明の第 9 実施例によるプラズマ処理装置の一部を示す図である。
- 25 発明を実施するための最良の態様
- [第 1 実施例]
- 図 3 A, 3 B は、本発明の第 1 実施例によるマイクロ波プラズマ処理装置 10 の構成を示す。
- 図 3 A を参照するに、前記マイクロ波プラズマ処理装置 10 は処理容器 11 と、

前記処理容器 11 内に設けられ、被処理基板 12 を静電チャックにより保持する  
好ましくは熱間等方圧加圧法 (HIP) により形成された  $AlN$  もしくは  $Al_2O_3$   
よりなる保持台 13 とを含み、前記処理容器 11 内には前記保持台 13 を囲  
む空間 11A に等間隔に、すなわち前記保持台 13 上の被処理基板 12 に対して  
5 略軸対称な関係で少なくとも二箇所、好ましくは三箇所以上に排気ポート 11a  
が形成されている。前記処理容器 11 は、かかる排気ポート 11a を介して不等  
ピッチ不等傾角スクリーポンプにより、排気・減圧される。

前記処理容器 11 は好ましくは  $Al$  を含有するオーステナイトステンレス鋼よ  
りなり、内壁面には酸化処理により酸化アルミニウムよりなる保護膜が形成され  
10 ている。また前記処理容器 11 の外壁のうち前記被処理基板 12 に対応する部分  
には、HIP 法により形成された緻密な  $Al_2O_3$  よりなり多数のノズル開口部 1  
4A を形成されたディスク状のシャワープレート 14 が、前記外壁の一部として  
形成される。かかる HIP 法により形成された  $Al_2O_3$  シャワープレート 14 は  
 $Y_2O_3$  を焼結助剤として使って形成され、気孔率が 0.03% 以下で実質的に気  
15 孔やピンホールを含んでおらず、 $30W/m \cdot K$  に達する、セラミックとしては  
非常に大きな熱伝導率を有する。

前記シャワープレート 14 は前記処理容器 11 上にシールリング 11s を介し  
て装着され、さらに前記シャワープレート 14 上には同様な HIP 処理により形  
成された緻密な  $Al_2O_3$  よりなるカバープレート 15 が、シールリング 11t を  
20 介して設けられている。前記シャワープレート 14 の前記カバープレート 15 と  
接する側には前記ノズル開口部 14A の各々に連通しプラズマガス流路となる凹  
部 14B が形成されており、前記凹部 14B は前記シャワープレート 14 の内部  
に形成され、前記処理容器 11 の外壁に形成されたプラズマガス入口 11p に連  
通する別のプラズマガス流路 14C に連通している。

25 前記シャワープレート 14 は前記処理容器 11 の内壁に形成された張り出し部  
11b により保持されており、前記張り出し部 11b のうち、前記シャワープレ  
ート 14 を保持する部分には異常放電を抑制するために丸みが形成されている。

そこで、前記プラズマガス入口 11p に供給された  $Ar$  や  $Kr$  等のプラズマガ  
スは前記シャワープレート 14 内部の流路 14C および 14B を順次通過した後、

前記開口部 14 A を介して前記シャワープレート 14 直下の空間 11 B 中に一様に供給される。

- 前記カバープレート 15 上には、前記カバープレート 15 に密接し図 3 B に示す多数のスロット 16 a, 16 b を形成されたディスク状のスロット板 16 と、
- 5 前記スロット板 16 を保持するディスク状のアンテナ本体 17 と、前記スロット板 16 と前記アンテナ本体 17 との間に挟持された  $Al_2O_3$ ,  $Si_3N_4$ ,  $SiON$  あるいは  $SiO_2$  等の低損失誘電体材料よりなる遅相板 18 とにより構成されたラジアルラインスロットアンテナ 20 が設けられている。前記ラジアルスロットラインアンテナ 20 は前記処理容器 11 上にシールリング 11 u を介して装着
- 10 されており、前記ラジアルラインスロットアンテナ 20 には矩形あるいは円形断面を有する同軸導波管 21 を介して外部のマイクロ波源（図示せず）より周波数が 2.45 GHz あるいは 8.3 GHz のマイクロ波が供給される。供給されたマイクロ波は前記スロット板 16 上のスロット 16 a, 16 b から前記カバープレート 15 およびシャワープレート 14 を介して前記処理容器 11 中に放射され、
- 15 前記シャワープレート 14 直下の空間 11 B において、前記開口部 14 A から供給されたプラズマガス中にプラズマを励起する。その際、前記カバープレート 15 およびシャワープレート 14 は  $Al_2O_3$  により形成されており、効率的なマイクロ波透過窓として作用する。その際、前記プラズマガス流路 14 A ~ 14 C においてプラズマが励起されるのを回避するため、前記プラズマガスは、前記流路
- 20 14 A ~ 14 C において約 6666 Pa ~ 13332 Pa (約 50 ~ 100 Torr) の圧力に保持される。

- 前記ラジアルラインスロットアンテナ 20 と前記カバープレート 15 との密着性を向上させるため、本実施例のマイクロ波プラズマ処理装置 10 では前記スロット板 16 に係合する前記処理容器 11 の上面の一部にリング状の溝 11 g が形
- 25 成されており、かかる溝 11 g を、これに連通した排気ポート 11 G を介して排気することにより、前記スロット板 16 とカバープレート 15 との間に形成された隙間を減圧し、大気圧により、前記ラジアルラインスロットアンテナ 20 を前記カバープレート 15 にしっかりと押し付けることが可能になる。かかる隙間には、前記スロット板 16 に形成されたスロット 16 a, 16 b が含まれるが、そ

れ以外にも様々な理由により隙間が形成されることがある。かかる隙間は、前記ラジアルラインスロットアンテナ20と処理容器11との間のシールリング11uにより封止されている。

さらに前記排気ポート11Gおよび溝15gを介して前記スロット板16と前記カバープレート15との間の隙間に分子量の小さい不活性気体を充填することにより、前記カバープレート15から前記スロット板16への熱の輸送を促進することができる。かかる不活性気体としては、熱伝導率が大きくしかもイオン化エネルギーの高いHeを使うのが好ましい。前記隙間にHeを充填する場合には、0.8気圧程度の圧力に設定するのが好ましい。図3の構成では、前記溝15gの排気および溝15gへの不活性気体の充填のため、前記排気ポート11Gにバルブ11Vが接続されている。

前記同軸導波管21Aのうち、外側の導波管21Aは前記ディスク状のアンテナ本体17に接続され、中心導体21Bは、前記遅波板18に形成された開口部を介して前記スロット板16に接続されている。そこで前記同軸導波管21Aに供給されたマイクロ波は、前記アンテナ本体17とスロット板16との間を径方向に進行しながら、前記スロット16a、16bより放射される。

図2Bは前記スロット板16上に形成されたスロット16a、16bを示す。

図2Bを参照するに、前記スロット16aは同心円状に配列されており、各々のスロット16aに対応して、これに直行するスロット16bが同じく同心円状に形成されている。前記スロット16a、16bは、前記スロット板16の半径方向に、前記遅相板18により圧縮されたマイクロ波の波長に対応した間隔で形成されており、その結果マイクロ波は前記スロット板16から略平面波となって放射される。その際、前記スロット16aおよび16bを相互の直交する関係で形成しているため、このようにして放射されたマイクロ波は、二つの直交する偏波成分を含む円偏波を形成する。

さらに図2Aのプラズマ処理装置10では、前記アンテナ本体17上に、冷却水通路19Aを形成された冷却ブロック19が形成されており、前記冷却ブロック19を前記冷却水通路19A中の冷却水により冷却することにより、前記シャワープレート14に蓄積された熱を、前記ラジアルラインスロットアンテナ20

を介して吸収する。前記冷却水通路 19 A は前記冷却ブロック 19 上においてスパイラル状に形成されており、好ましくは  $H_2$  ガスをバブリングすることで溶存酸素を排除して且つ酸化還元電位を制御した冷却水が通される。

- また、図 2 A のマイクロ波プラズマ処理装置 10 では、前記処理容器 11 中、
- 5 前記シャワープレート 14 と前記保持台 13 上の被処理基板 12 との間に、前記処理容器 11 の外壁に設けられた処理ガス注入口 11 r から処理ガスを供給されこれを多数の処理ガスノズル開口部（図 5 参照）から放出する格子状の処理ガス通路を有する処理ガス供給構造 31 が設けられ、前記処理ガス供給構造 31 と前記被処理基板 12 との間の空間 11 C において、所望の均一な基板処理がなされ
- 10 る。かかる基板処理には、プラズマ酸化処理、プラズマ窒化処理、プラズマ酸窒化処理、プラズマ CVD 処理等が含まれる。また、前記処理ガス供給構造 31 から前記空間 11 C に  $C_4F_8$ 、 $C_5F_8$  または  $C_4F_6$  などの解離しやすいフルオロカーボンガスや、F 系あるいは Cl 系等のエッチングガスを供給し、前記保持台 13 に高周波電源 13 A から高周波電圧を印加することにより、前記被処理基板
- 15 12 に対して反応性イオンエッチングを行うことが可能である。

本実施例によるマイクロ波プラズマ処理装置 10 では、前記処理容器 11 の外壁は 150℃ 程度の温度に加熱しておくことにより、処理容器内壁への反応副生成物等の付着が回避され、一日に一回程度のドライクリーニング行うことで、定常的に、安定して運転することが可能である。

- 20 図 4 は、図 3 A の構成における処理ガス供給構造 31 の構成を示す底面図である。

- 図 4 を参照するに、前記処理ガス供給構造 31 は例えば Mg を含んだ Al 合金や Al 添加ステンレススチール等の導電体ディスク部材 31<sub>1</sub> および 31<sub>2</sub> の積層により構成されており、プラズマガスを通過させる開口部 31 A の行列状配列
- 25 を形成されている。前記開口部 31 A は例えば 19 mm × 19 mm のサイズを有し、例えば 24 mm のピッチで行方向および列方向に繰り返し形成されている。また前記処理ガス供給構造 31 は全体として約 8.5 mm の厚さを有し、被処理基板 12 の表面から典型的には約 16 mm の距離だけ離間して配設される。

図 5 は図 4 の導電性ディスク部材 31<sub>1</sub> の構成を示す底面図である。

図5を参照するに、前記導電性ディスク部材31<sub>1</sub>中には格子状処理ガス通路31Bが、図中に破線で示すディスク部材31<sub>1</sub>の外周に沿って形成された処理ガス分配通路31Cに連通して形成されており、前記処理ガス分配通路31Cはポート31cにおいて前記処理ガス注入口11rに接続されている。また前記ディスク31<sub>1</sub>の下面には多数の処理ガスノズル開口部31Dが前記処理ガス通路31Bに連通して形成されている。前記ノズル開口部31Dからは処理ガスが、前記導電性ディスク部材31<sub>2</sub>に向って放出される。

図6は、前記導電性ディスク部材31<sub>2</sub>の構成を示す平面図である。

図6を参照するに、前記導電性ディスク状部材31<sub>2</sub>には前記導電性ディスク部材31<sub>1</sub>中の開口部31Aに対応する開口部31A'が行列状に形成されており、前記開口部31A'は、前記導電性ディスク部材31<sub>2</sub>中の格子状構造31Eにより画成されている。

図6に示すように、前記格子状構造31上には、前記導電性ディスク部材31<sub>1</sub>中のノズル開口部31Dの各々に対応して典型的には約1mmの深さの凹部31Fが形成されており、前記ノズル開口部31Dから放出された処理ガスは、かかる凹部31Fによって直進を妨げられ、図7に示すように流路を側方に屈曲される。すなわち前記凹部31Fは拡散部を形成することがわかる。ただし図7は図4の処理ガス供給構造31の一部切開断面図である。図7中、先に説明した部分には同一の参照符号を付し、説明を省略する。

図8は、図6の導電性ディスク部材31<sub>2</sub>の一部を拡大して示す図である。

図8を参照するに、開口部31A'の周囲には前記拡散部31Fとして、凹部31F<sub>1</sub>~31F<sub>4</sub>が形成されているが、前記開口部31A'を隔てて対向する一対の凹部、例えば凹部31F<sub>1</sub>と凹部31F<sub>2</sub>、あるいは凹部31F<sub>3</sub>と凹部31F<sub>4</sub>は互い違いに形成されている。

その結果、図9に示すように例えば凹部31F<sub>1</sub>により側方に屈曲された処理ガス流は前記凹部31F<sub>2</sub>が形成された格子状構造31Eのうち、前記凹部31F<sub>2</sub>が形成されていない部分31E<sub>2</sub>に当り、屈曲される。

同様に、凹部31F<sub>2</sub>により側方に屈曲された処理ガス流は前記凹部31F<sub>1</sub>が形成された格子状構造31Eのうち、前記凹部31F<sub>1</sub>が形成されていない部

分 3 1 E<sub>1</sub>に当り、屈曲される。さらに凹部 3 1 F<sub>3</sub>により側方に屈曲された処理ガス流は前記凹部 3 1 F<sub>4</sub>が形成された格子状構造 3 1 Eのうち、前記凹部 3 1 F<sub>4</sub>が形成されていない部分 3 1 E<sub>4</sub>に当り、屈曲される。また凹部 3 1 F<sub>4</sub>により側方に屈曲された処理ガス流は前記凹部 3 1 F<sub>3</sub>が形成された格子状構造 3 1 Eのうち、前記凹部 3 1 F<sub>3</sub>が形成されていない部分 3 1 E<sub>3</sub>に当り、屈曲される。

図 9 に示す処理ガス流の複雑な屈曲の結果、前記処理ガス流は一様に拡散し、前記空間 1 1 C へと供給される。

前記格子状処理ガス通路 3 1 B および処理ガスノズル開口部 3 1 D は図 5 に破線 10 で示した被処理基板 1 2 よりもやや大きい領域をカバーするように設けられている。かかる処理ガス供給構造 3 1 を前記シャワープレート 1 4 と被処理基板 1 2 との間に設けることにより、前記処理ガスをプラズマ励起し、かかるプラズマ励起された処理ガスにより、均一に処理することが可能になる。

前記処理ガス供給構造 3 1 を金属等の導体により形成する場合には、前記格子開口部 3 1 A の繰り返しピッチを前記マイクロ波の波長よりも短く設定すること 15 により、前記処理ガス供給構造 3 1 はマイクロ波の短絡面を形成する。この場合にはプラズマのマイクロ波励起は前記空間 1 1 B 中においてのみ生じ、前記被処理基板 1 2 の表面を含む空間 1 1 C においては前記励起空間 1 1 B から拡散してきたプラズマにより、処理ガスが活性化される。

20 本実施例によるマイクロ波プラズマ処理装置 1 0 では、処理ガス供給構造 3 1 を使うことにより処理ガスの供給が一様に制御されるため、処理ガスの被処理基板 1 2 表面における過剰解離の問題を解消することができ、被処理基板 1 2 の表面にアスペクト比の大きい構造が形成されている場合でも、所望の基板処理を、かかる高アスペクト構造の奥にまで実施することが可能である。すなわち、マイクロ波プラズマ処理装置 1 0 は、設計ルールの異なる多数の世代の半導体装置の 25 製造に有効である。

本実施例のプラズマ処理装置 1 0 においては前記導電性ディスク部材 3 1<sub>1</sub> および 3 1<sub>2</sub> を Mg 含有 Al 合金あるいは Al 添加ステンレスにより形成することができるが、前記 Mg 含有 Al 合金を使う場合には、部材表面に弗化物膜を形成



しておくのが好ましい。また前記導電性ディスク部材 3 1<sub>1</sub> および 3 1<sub>2</sub> を A 1 添加ステンレススチールにより形成する場合には、表面に酸化アルミニウムの不動態膜を形成しておくのが望ましい。本発明によるプラズマ処理装置 1 0 では、  
5 励起される励起されるプラズマ中の電子温度が低いためプラズマの入射エネルギーが小さく、かかる処理ガス供給構造 3 1 がスパッタリングされて被処理基板 1 2 に金属汚染が生じる問題が回避される。前記処理ガス供給構造 3 1 は、アルミナ等のセラミックスにより形成することも可能である。

また本実施例において前記導電性ディスク部材 3 1<sub>1</sub> および 3 1<sub>2</sub> のいずれか一方のみを導電性とし、他方をセラミック等の非導電性部材により形成することも可能である。  
10

#### [第 2 実施例]

図 1 0 は、本発明の第 2 実施例による処理ガス供給構造 4 1 の構成を示す。ただし図 1 0 中、先に説明した部分には同一の参照符号を付し、説明を省略する。

15 図 1 0 を参照するに、本実施例においては前記導電性ディスク部材 3 1<sub>2</sub> 中の格子状構造 3 1 E 中に冷媒通路 3 1 e が形成され、その結果、前記処理ガス供給構造 4 1 の過大な昇温が抑制される。

また図 1 0 の構造では、前記格子状構造 3 1 E 上に L 字型のスペーサ部材 3 1 L<sub>1</sub> ~ 3 1 L<sub>4</sub> が形成され、前記凹部 3 1 F<sub>1</sub> ~ 3 1 F<sub>4</sub> はかかるスペーサ部材 3 1 L<sub>1</sub> ~ 3 1 L<sub>4</sub> により画成される。  
20

図 1 0 の構造は容易に作成でき、プラズマ処理装置の製造費用を低減することを可能にする。

#### [第 3 実施例]

25 図 1 1 は、本発明の第 3 実施例によるプラズマ処理装置 1 0 A の構成を示す。ただし図 1 1 中、先に説明した部分には同一の参照符号を付し、説明を省略する。

図 1 1 を参照するに、プラズマ処理装置 1 0 A では前記シャワープレート 1 4 が撤去され、その代わりに前記処理容器 1 1 中に、好ましくは対称的に、複数のプラズマガス供給管 1 1 P が、前記ガス通路 1 1 p に連通して形成されている。

本実施例のプラズマ処理装置 10 A では、構成が簡素化され、製造費用を大きく低減することが可能である。

- かかる構成のプラズマ処理装置 10 A においても先の図 4 の処理ガス供給構造 3 1 あるいは 4 1 を使うことにより、前記被処理基板 1 2 上の空間 1 1 C に均一な処理ガスを安定して供給することが可能になる。特に前記処理ガス供給構造 4 1 を使うことにより、処理ガス供給構造の過大な温度上昇を回避することが可能になる。

#### [第 4 実施例]

- 10 図 1 2 は、本発明の第 4 実施例によるプラズマ処理装置 10 B の構成を示す。ただし図 1 2 中、先に説明した部分には同一の参照符号を付し、説明を省略する。

- 図 1 2 を参照するに、本実施例のプラズマ処理装置 10 B では、図 3 A、3 B の構成のプラズマ処理装置 10 において、前記同軸導波管 2 1 とラジアルラインスロットアンテナ 2 0 との接続部にテーパ部が形成され、かかる接続部におけるインピーダンスの急変およびそれに伴うマイクロ波の反射を低減している。この目的のため、前記同軸導波管 2 1 の中心導体 2 1 B の先端部にはテーパ部 2 1 b が、また前記外側導波管 2 1 A とアンテナ本体 1 7 との接続部にはテーパ部 2 1 a が形成されている。

- 20 かかる構成のプラズマ処理装置 10 B でも、先の図 4 の処理ガス供給構造 3 1 あるいは 4 1 を使うことにより、前記被処理基板 1 2 上の空間 1 1 C に均一な処理ガスを安定して供給することが可能になる。特に前記処理ガス供給構造 4 1 を使うことにより、処理ガス供給構造の過大な温度上昇を回避することが可能になる。

#### 25 [第 5 実施例]

図 1 3 は、本発明の第 5 実施例によるプラズマ処理装置 10 C の構成を示す。ただし図 1 3 中、先に説明した部分には同一の参照符号を付し、説明を省略する。

図 1 3 を参照するに、プラズマ処理装置 10 C では図 1 2 のプラズマ処理装置 10 B において前記シャワープレート 1 4 が撤去されており、その代わりに前記

- 処理容器 11 中に、好ましくは対称的に、複数のプラズマガス供給管 11 P が、前記ガス通路 11 p に連通して形成されている。本実施例のプラズマ処理装置 10 A では、前記同軸導波管 21 とラジアルラインスロットアンテナ 20 との接続部にテーパを形成することによりインピーダンス急変に起因するマイクロ波の反射が抑制され、またシャワープレート 14 の代わりにプラズマガス供給管 11 P を設けることで構成が簡素化され、製造費用を大きく低減することが可能である。
- かかる構成のプラズマ処理装置 10 C においても先の図 4 の処理ガス供給構造 31 あるいは 41 を使うことにより、前記被処理基板 12 上の空間 11 C に均一な処理ガスを安定して供給することが可能になる。特に前記処理ガス供給構造 41 を使うことにより、処理ガス供給構造の過大な温度上昇を回避することが可能になる。

#### [第 6 実施例]

- 図 14 は、本発明の第 4 実施例によるプラズマ処理装置 10 D の構成を示す。
- ただし図 14 中、先に説明した部分には同一の参照符号を付し、説明を省略する。
- 図 14 を参照するに、本実施例のプラズマ処理装置 10 D では、図 12 の構成のプラズマ処理装置 10 B において、前記同軸導波管 21 の中心導体 21 B の先端部 21 b をスロット板 16 から離間させ、間に前記遅相板 18 を介在させる。かかる構成では、前記スロット板 16 を前記中心導体 21 B の先端部 21 b にネジ止めする必要がなくなり、前記スロット板 16 の表面は確実に平坦になる。このためかかる構成では前記ラジアルラインスロットアンテナ 20 を前記カバープレート 15 に高い精度で密接させることが可能で、前記シャワープレート 14 およびカバープレート 15 の昇温を前記アンテナ 20 を冷却することにより、効果的に抑制することが可能である。
- かかる構成のプラズマ処理装置 10 D でも、先の図 4 の処理ガス供給構造 31 あるいは 41 を使うことにより、前記被処理基板 12 上の空間 11 C に均一な処理ガスを安定して供給することが可能になる。特に前記処理ガス供給構造 41 を使うことにより、処理ガス供給構造の過大な温度上昇を回避することが可能になる。

## [第7実施例]

図15は、本発明の第7実施例によるプラズマ処理装置10Eの構成を示す。  
ただし図15中、先に説明した部分には同一の参照符号を付し、説明を省略する。

- 5 図15を参照するに、プラズマ処理装置10Eでは図14のプラズマ処理装置10Dにおいて前記シャワープレート14が撤去されており、その代わりに前記処理容器11中に、好ましくは対称的に、複数のプラズマガス供給管11Pが、前記ガス通路11pに連通して形成されている。その結果、プラズマ処理装置10Eの構成はプラズマ処理装置10Dよりも簡素化され、製造費用を大きく低減  
10 することができる。

- かかる構成のプラズマ処理装置10Eにおいても先の図4の処理ガス供給構造31あるいは41を使うことにより、前記被処理基板12上の空間11Cに均一な処理ガスを安定して供給することが可能になる。特に前記処理ガス供給構造41を使うことにより、処理ガス供給構造の過大な温度上昇を回避することが可能  
15 になる。

## [第8実施例]

図16は本発明の第8実施例によるプラズマ処理装置10Fの構成を示す。ただし図16中、先に説明した部分には同一の参照符号を付し、説明を省略する。

- 20 図16を参照するに、プラズマ処理装置10Fでは先のプラズマ処理装置10Eのカバープレート15が撤去され、前記ラジアルラインスロットアンテナ20のスロット板16が前記処理容器11内に露出している。

- 図16の構成では、前記スロット板16は前記処理容器11にシールリング11tを介して装着されているが、前記中心導体21Bの先端部21bが遅相板18の背後に形成されるため、前記中心導体21Bの先端部21bを大気圧に対してシールするシールリングを設ける必要はない。本実施例では、前記ラジアルラインスロットアンテナ20のスロット板16が処理容器11内部に露出しているためマイクロ波の損失が生じることがなく、処理容器11中において効率的なマイクロ波励起が可能になる。  
25

かかる構成のプラズマ処理装置 10F でも、先の図 4 の処理ガス供給構造 31  
あるいは 41 を使うことにより、前記被処理基板 12 上の空間 11C に均一な処  
理ガスを安定して供給することが可能になる。特に前記処理ガス供給構造 41 を  
5 使うことにより、処理ガス供給構造の過大な温度上昇を回避することが可能にな  
る。

#### [第 9 実施例]

図 17A、17B は、本発明の第 9 実施例による処理ガス供給構造 51 の構成  
を示す、それぞれ底面図および断面図である。ただし図中、先に説明した部分に  
10 は同一の参照符号を付し、説明を省略する。

図 17A を参照するに、本実施例では処理ガス供給構造 31 は、処理ガス供給  
通路を形成され半径方向に延在するスポーク部材 51B と、前記スポーク部材 5  
1B により保持され、処理ガス通路を形成された同心円リング状部材 51A を有  
しており、前記部材 51A の底面には、多数の処理ガス供給ノズル開口部 51C  
15 が形成されている。

図 17B を参照するに、本実施例では処理ガス供給ノズル開口部 51C は前記  
部材 51A に斜めに形成されており、処理ガスを被処理基板 12 に対して斜めの  
方向に放出する。

前記処理ガス供給ノズル開口部 51C から前記被処理基板 12 に対して斜め方  
20 向に処理ガスを放出することにより、放出された処理ガスが被処理基板 12 で跳  
ね返り、シャワープレート 103 の表面に反応副生成物などよりなる堆積物を形  
成する問題が回避される。

図 17B に示すように前記部材 51A は処理ガス供給通路に対応した溝を形成  
された断面が U 字型の部材 51a の表面を蓋 51b により覆った構成を有してお  
25 り、前記ノズル開口部 51C は前記部材 51a の斜め加工により形成することが  
できる。

#### [第 10 実施例]

次に本発明の第 10 実施例について説明する。

本実施例では前記シャワープレート103の表面への反応副生成物などの堆積物の堆積を抑制するため、図3Aの基板処理装置10あるいは図11の基板処理装置10A、図12の基板処理装置10B、図13の基板処理装置10C、図14の基板処理装置10Dあるいは図15の基板処理装置10Eにおいて、前記冷却ブロック19を温度制御装置として使い、前記シャワープレート13あるいはカバープレート15の前記被処理基板12に面する側の表面温度を、前記ラジアルラインスロットアンテナ20を介して、約150℃に制御する。その際、処理ガス供給機構として図17A、17Bのものを使うことも可能である。

前記シャワープレート13あるいはカバープレート15の温度を150℃以上10 に制御することで、前記処理空間11CにおいてCVD成膜処理を行った場合、あるいはプラズマエッチング処理を行った場合でも、前記シャワープレート13あるいはカバープレート15の表面への堆積物の付着を抑制することができる。

一方、前記温度が150℃よりも実質的に高い場合、前記処理ガス供給構造31、41、51より供給される処理ガスが分解される可能性がある。このため、15 前記シャワープレート13あるいはカバープレート15の温度は150℃を大きく超えないように制御するのが好ましい。

このような温度制御は、前記冷却ブロック19の冷却水通路19Aにガルデンなどの媒体を通すことにより行うことができる。

本発明は上記特定の実施例に限定されるものではなく、本発明の要旨内において20 様々な変形・変更が可能である。

#### 産業上の利用可能性

本発明によれば、マイクロ波プラズマ処理装置において、処理容器内に均一に処理ガスを供給することが可能になり、均一なプラズマ処理を行うことが可能に25 なる。

## 請求の範囲

1. 外壁により画成され、被処理基板を保持する保持台を備えた処理容器と、  
前記処理容器に結合された排気系と、
- 5 前記処理容器中にプラズマガスを供給するプラズマガス供給部と、  
前記処理容器上に、前記被処理基板に対応して設けられたマイクロ波アンテナと、  
前記保持台上の被処理基板と前記プラズマガス供給部との間に、前記被処理基板に対面するように設けられた処理ガス供給部とよりなり、
- 10 前記処理ガス供給部は、前記処理容器内に形成されたプラズマを通過させる複数の第1の開口部と、処理ガス源に接続可能な処理ガス通路と、前記処理ガス通路に連通した複数の第2の開口部と、前記第2の開口部に対向して設けられ、前記第2の開口部より放出される処理ガスを拡散させる拡散部とを備えたプラズマ処理装置。
- 15 2. 前記処理ガス供給部は、前記複数の第1の開口部と前記処理ガス通路と前記複数の第2の開口部とを有する第1の部分と、前記第1の部分に隣接し、前記第1の開口部の各々に対応した第3の開口部と、各々前記第2の開口部に対応して形成された複数の拡散面を、前記拡散部として形成された第2の部分とよりなる請求項1記載のプラズマ処理装置。
- 20 3. 前記第2の部分において前記拡散面は、前記拡散面に対応する前記第2の開口部に対して、前記第2の開口部から離間して対面する凹部を形成する請求項2記載のプラズマ処理装置。
4. 前記第2の部分は前記複数の拡散面を、前記第3の開口部の両側で互い違いに位置するように形成されている請求項3記載のプラズマ処理装置。
- 25 5. 前記第1の部分と前記第2の部分とはそれぞれ第1および第2の部材により構成され、前記第2の部材中には冷媒通路が形成されている請求項1記載のプラズマ処理装置。
6. 前記第1の部材と前記第2の部材との間には、前記拡散部を除いてスペーサ部材が形成されている請求項1記載のプラズマ処理装置。

7. 前記処理ガス供給部は、導電性材料より構成される請求項1記載のプラズマ処理装置。
8. 前記処理ガス供給部は接地される請求項7記載のプラズマ処理装置。
9. 前記導電性材料はA1添加ステンレススチールよりなる請求項7記載の
- 5 プラズマ処理装置。
10. 前記導電性材料はA1合金よりなる請求項7記載のプラズマ処理装置。
11. 前記プラズマガス供給部は、前記処理容器外壁に形成されたプラズマガス源に接続可能なプラズマガス導入管よりなり、前記マイクロ波アンテナは、前記処理容器外壁の一部に前記被処理基板に対応して形成されたマイクロ波透過窓に結合する請求項1記載のプラズマ処理装置。
12. 前記プラズマガス供給部は前記処理容器外壁に形成されたプラズマガス源に接続可能なプラズマガス導入管よりなり、前記マイクロ波アンテナは、前記処理容器外壁の一部に前記被処理基板に対応して形成された開口部に結合する請求項1記載のプラズマ処理装置。
- 15 13. 前記プラズマガス供給部は、前記処理容器外壁の一部に前記被処理基板に対応して設けられたマイクロ波透過窓に結合して設けられ、プラズマガス源に接続可能なプラズマガス通路と、前記プラズマガス通路に連通した複数のガス導入口とを有するシャワープレートとよりなる請求項1記載のプラズマ処理装置。
14. 外壁により画成され、被処理基板を保持する保持台を備えた処理容器と、
- 20 前記処理容器に結合された排気系と、  
前記処理容器中にプラズマガスを供給するプラズマガス供給部と、  
前記処理容器上に、前記被処理基板に対応して設けられたマイクロ波アンテナと、  
前記保持台上の被処理基板と前記プラズマガス供給部との間に、前記被処理基
- 25 板に対面するように設けられた処理ガス供給部とよりなり、  
前記処理ガス供給部は、前記処理容器内に形成されたプラズマを通過させる複数の第1の開口部と、処理ガス源に接続可能な処理ガス通路と、前記処理ガス通路に連通した複数の第2の開口部とを備え、  
前記第2の開口部は、前記処理ガスを、前記被処理基板に対して斜めに放出す



るプラズマ処理装置。

15. 外壁により画成され、被処理基板を保持する保持台を備えた処理容器と、
- 前記処理容器に結合された排気系と、
- 5 前記処理容器中にプラズマガスを供給するプラズマガス供給部と、
- 前記処理容器上に、前記保持台上の被処理基板に対面するように、前記外壁の一部前記保持台上の被処理基板と対面するように設けられ、誘電体材料よりなるマイクロ波窓と、
- 前記マイクロ波窓に結合されたマイクロ波アンテナと、
- 10 前記保持台上の被処理基板と前記プラズマガス供給部との間に、前記被処理基板に対面するように設けられた処理ガス供給部と、
- 前記マイクロ波窓の、前記被処理基板に面する側の表面温度を約150℃に制御する温度制御部とを備えたプラズマ処理装置。
16. 前記温度制御部は、前記マイクロ波アンテナ上に形成されており、前
- 15 記マイクロ波窓の温度制御を前記マイクロ波アンテナを介して行う請求項15記載のプラズマ処理装置。
17. 前記マイクロ波窓は、前記プラズマガス供給部を形成された誘電体板よりなるシャワープレートである請求項15記載のプラズマ処理装置。

FIG.1A

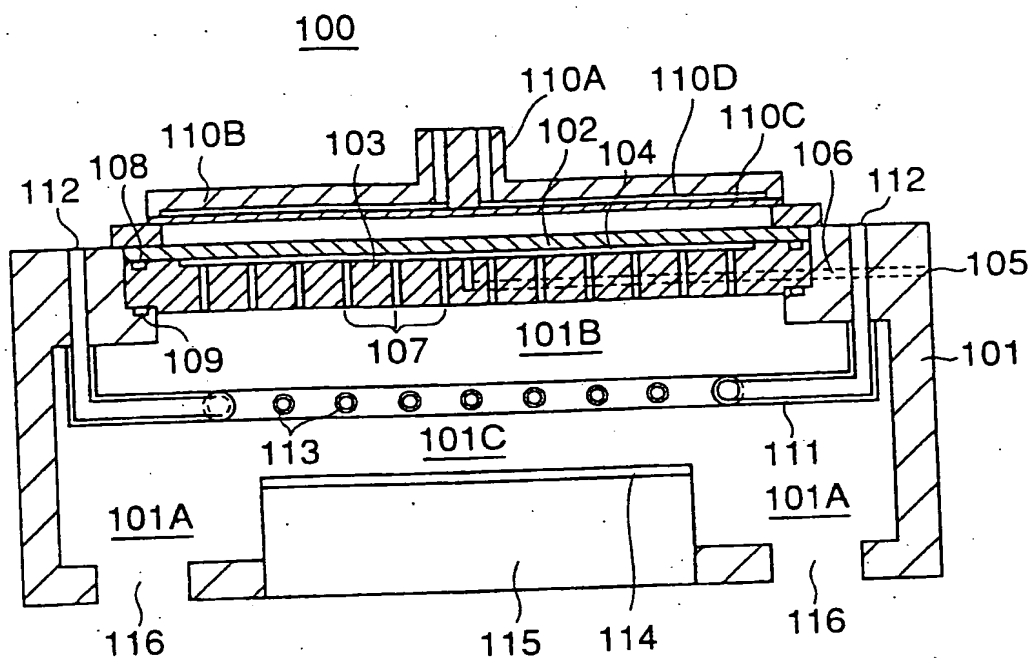


FIG.1B

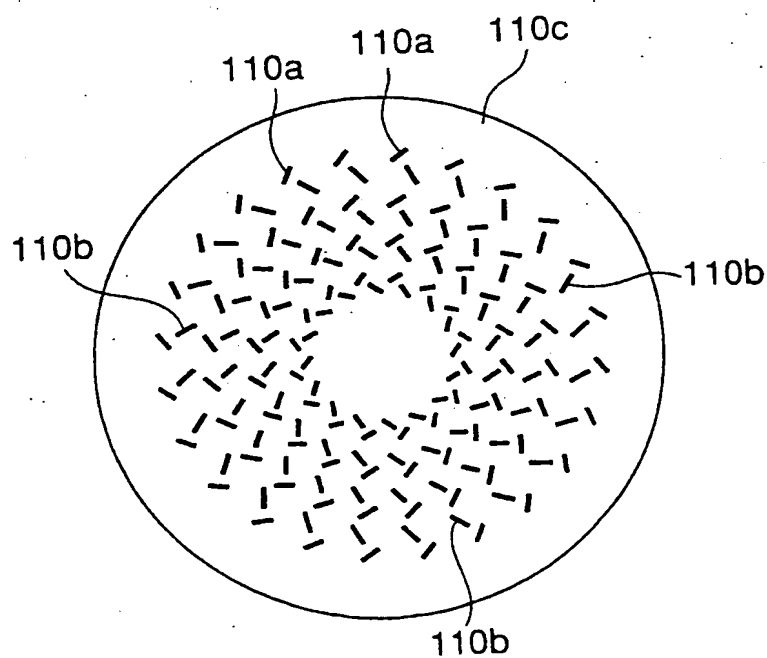


FIG.2

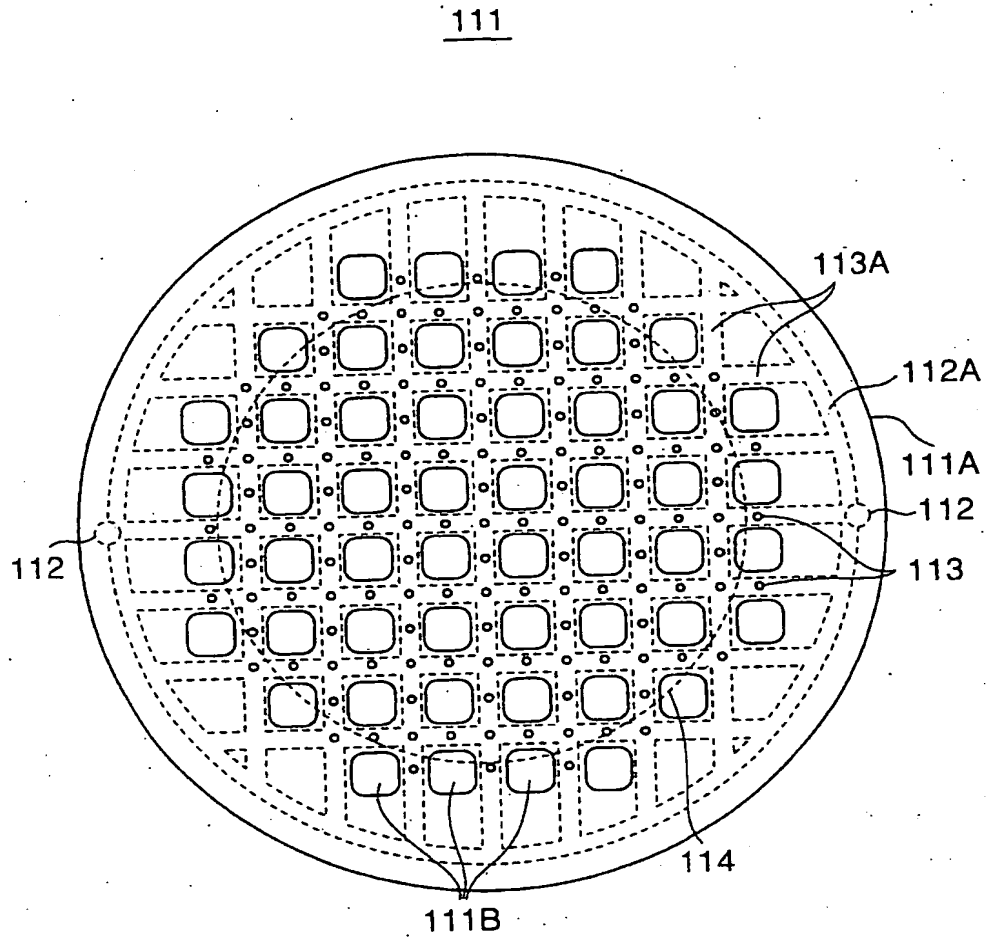




FIG.4

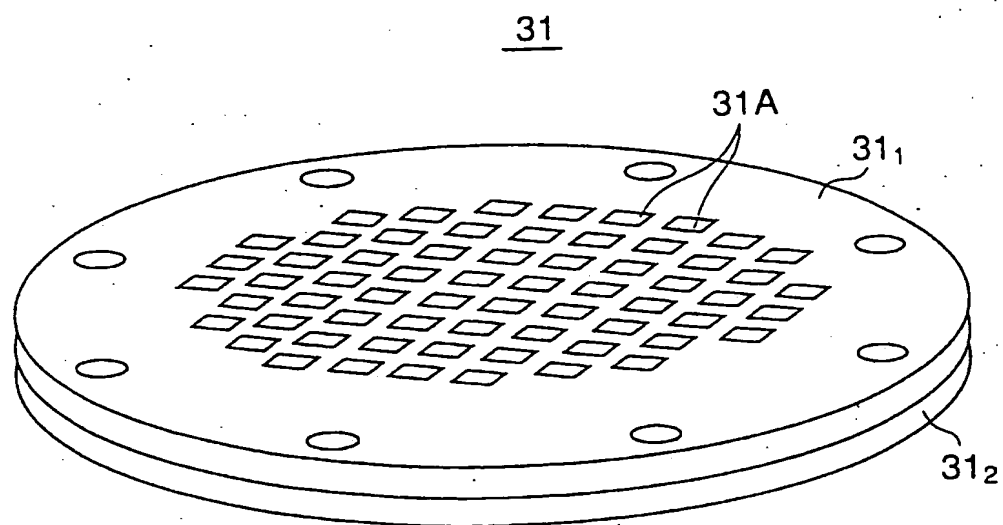


FIG.5

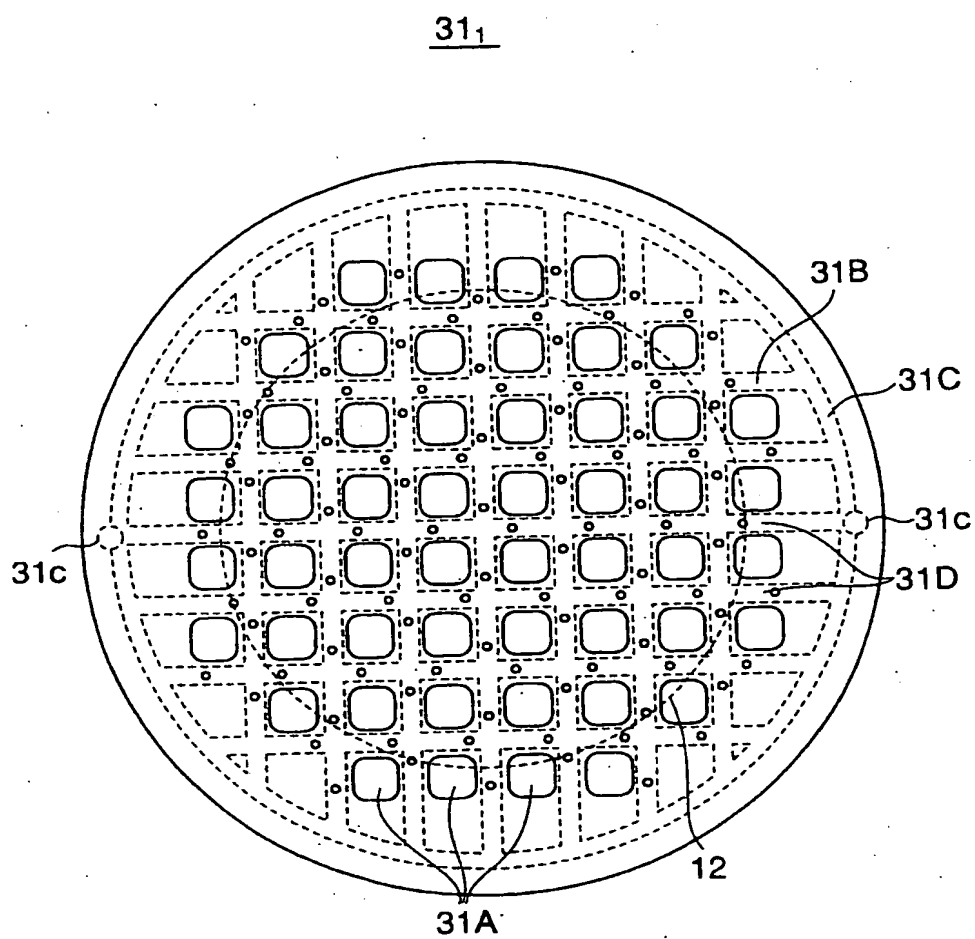


FIG.6

31<sub>2</sub>

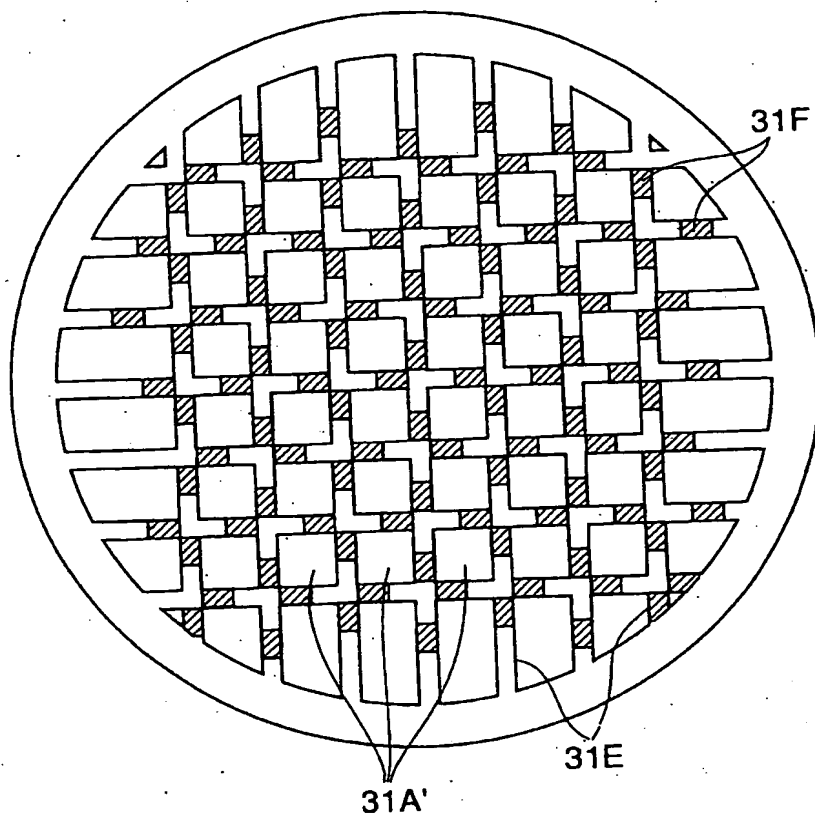


FIG.7

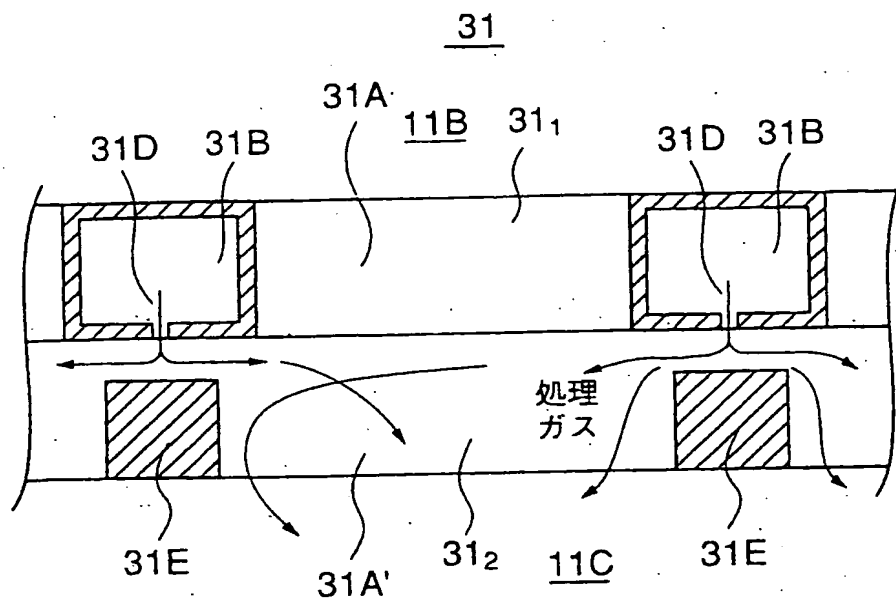




FIG.8

31<sub>2</sub>

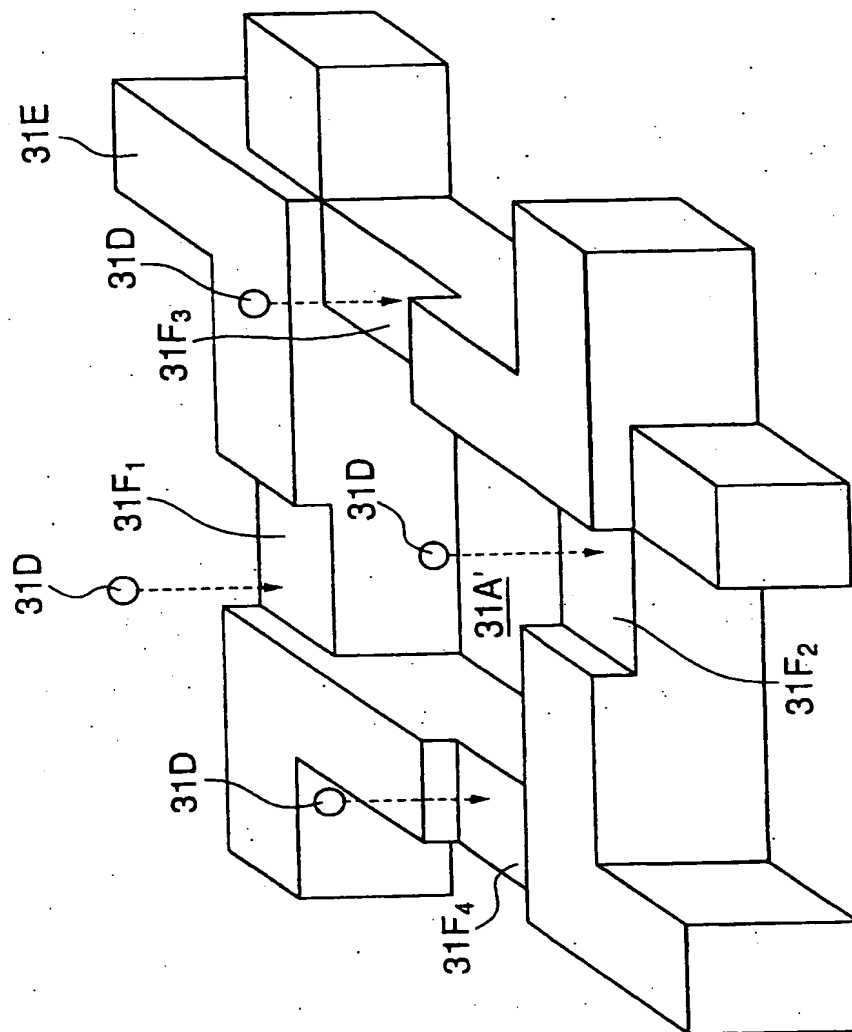


FIG.9

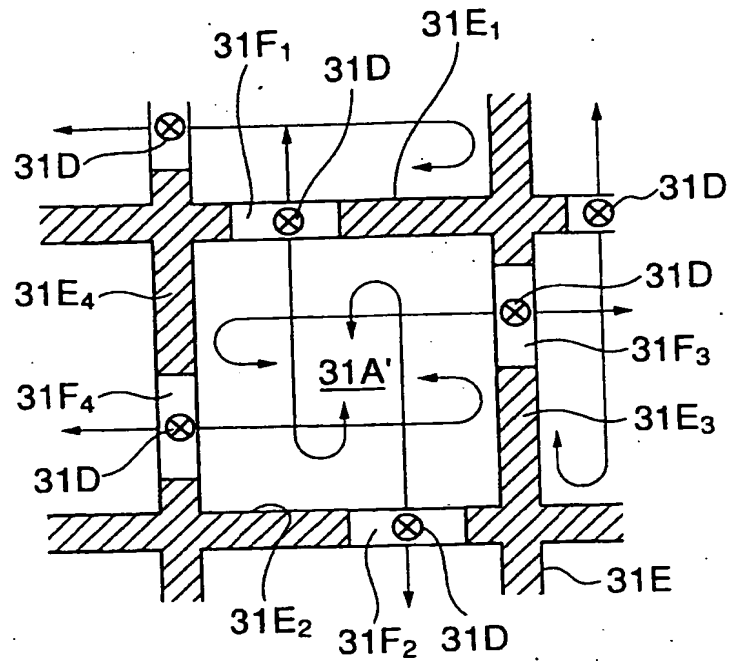


FIG.10

41

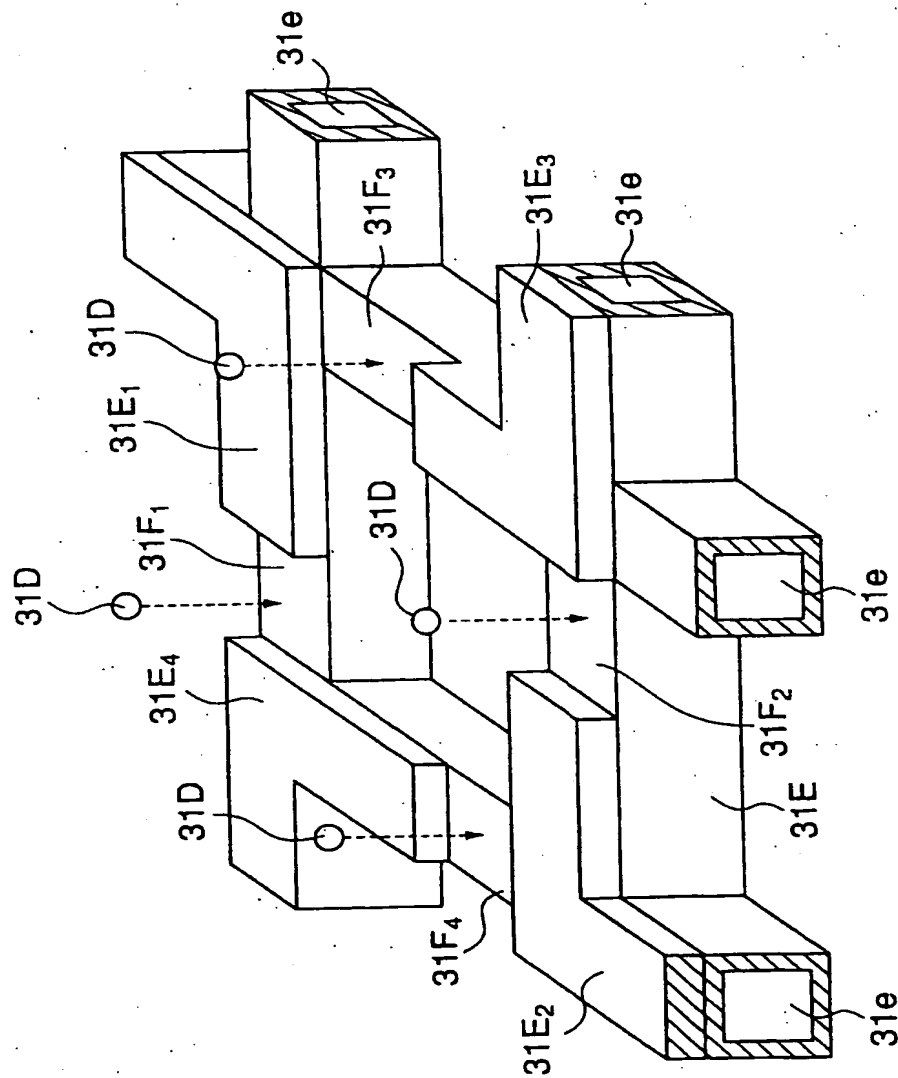


FIG.11

10A

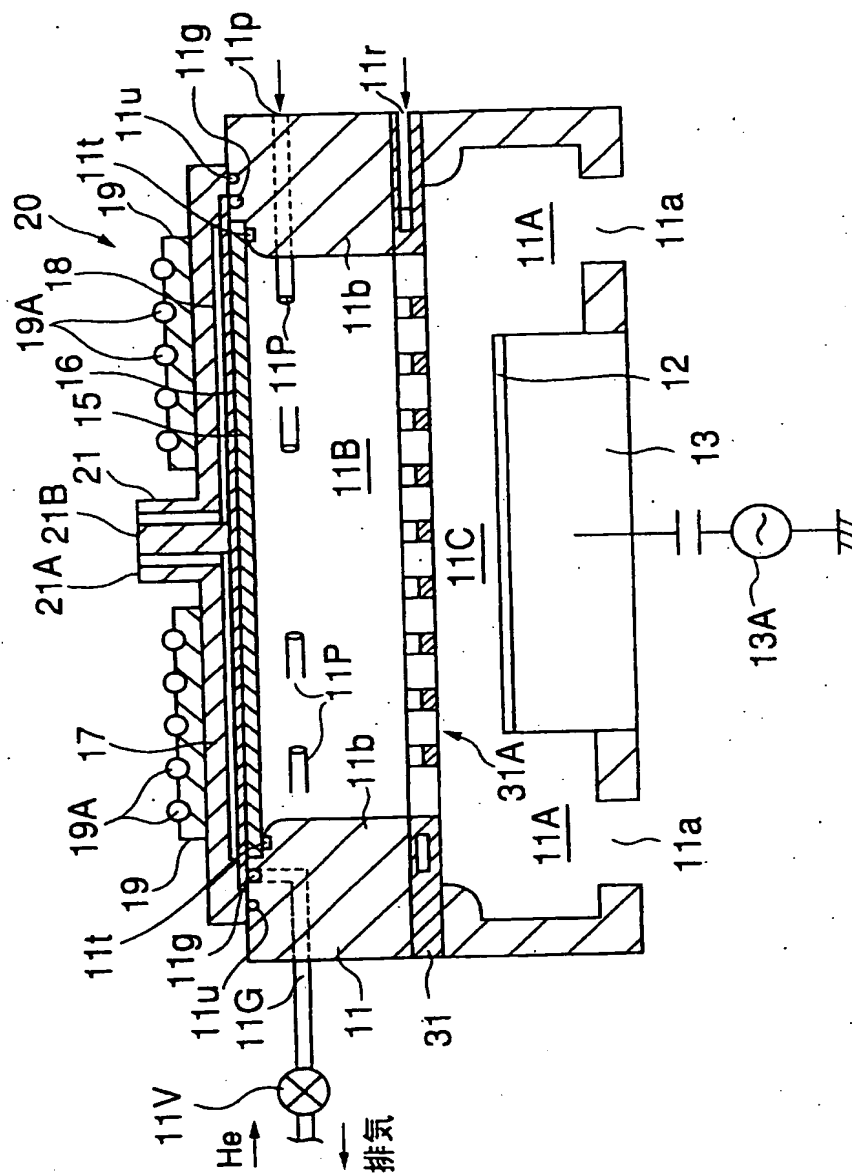








FIG.15

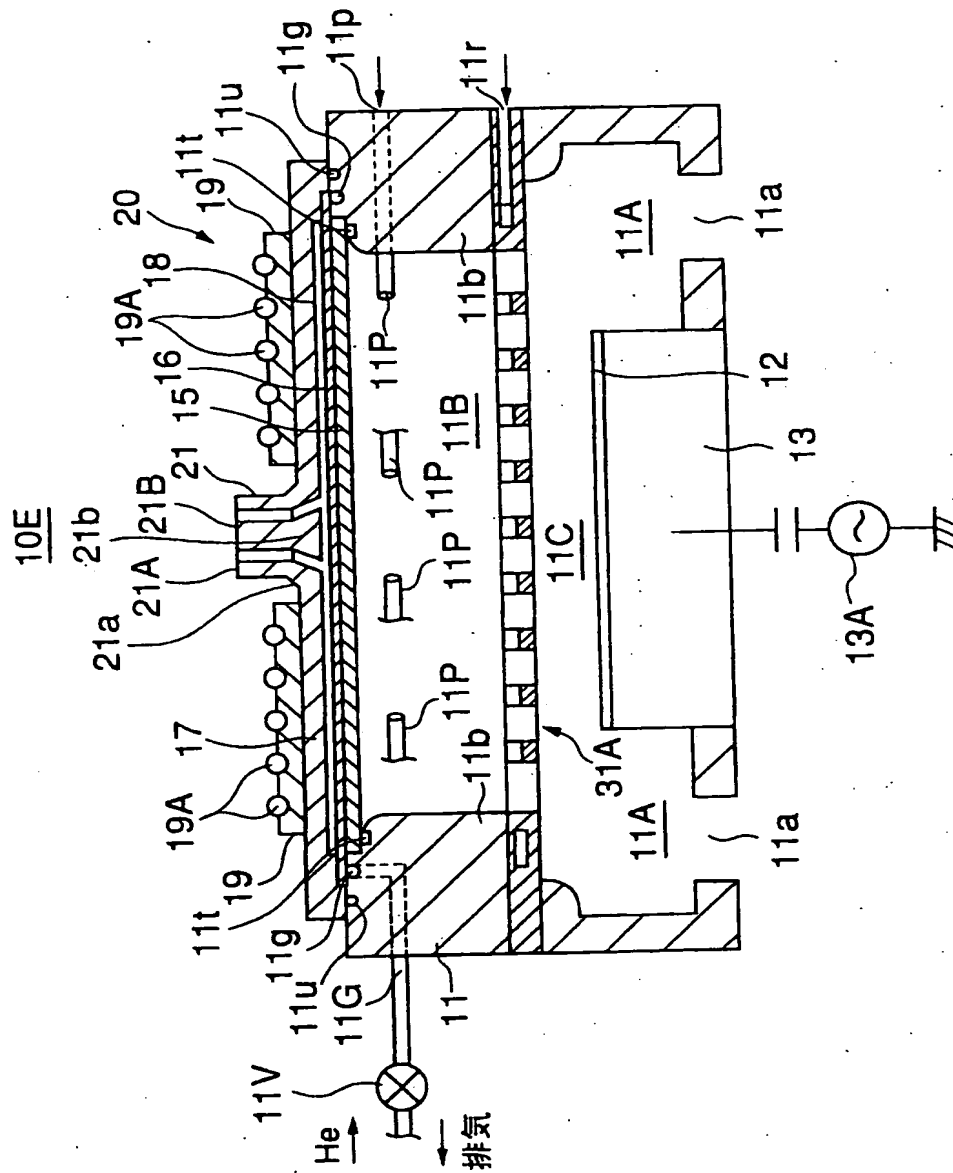




FIG.16

10F

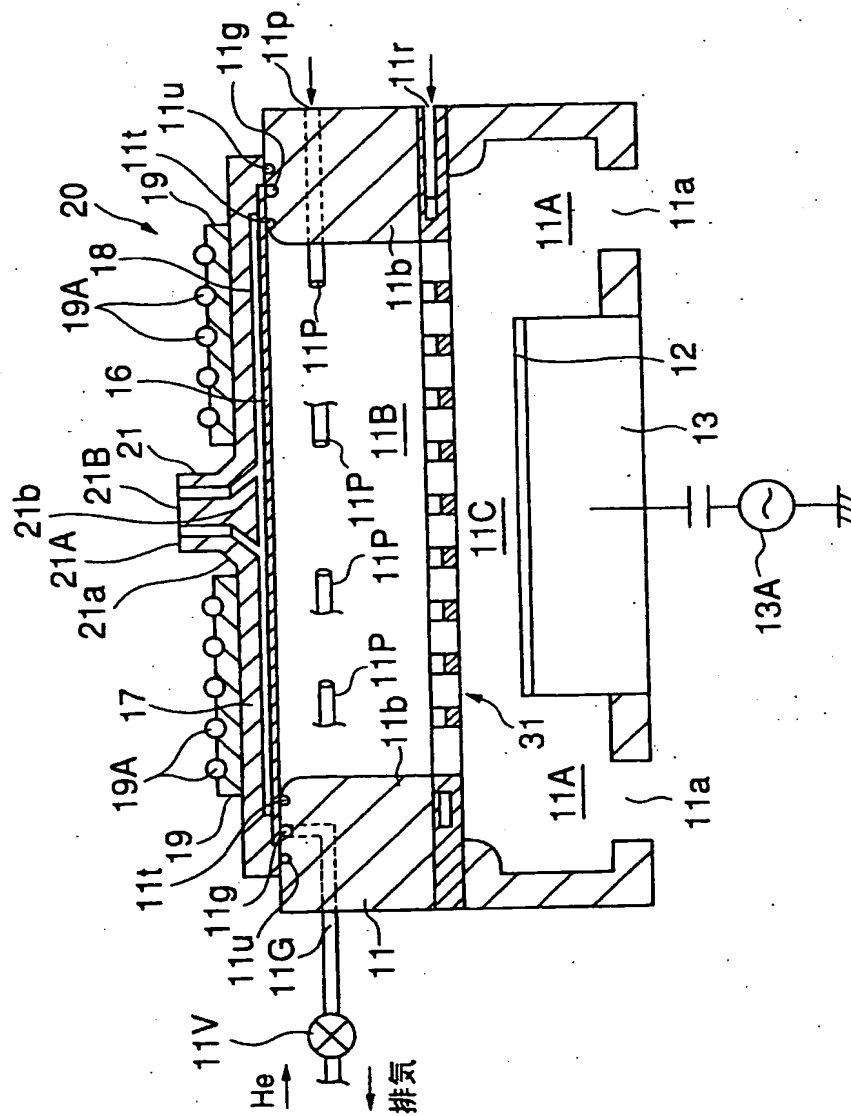


FIG.17A

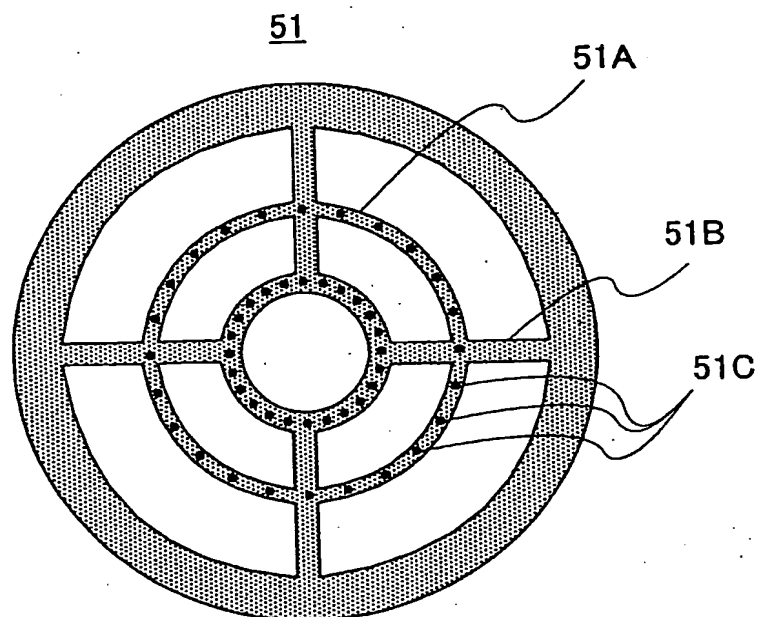
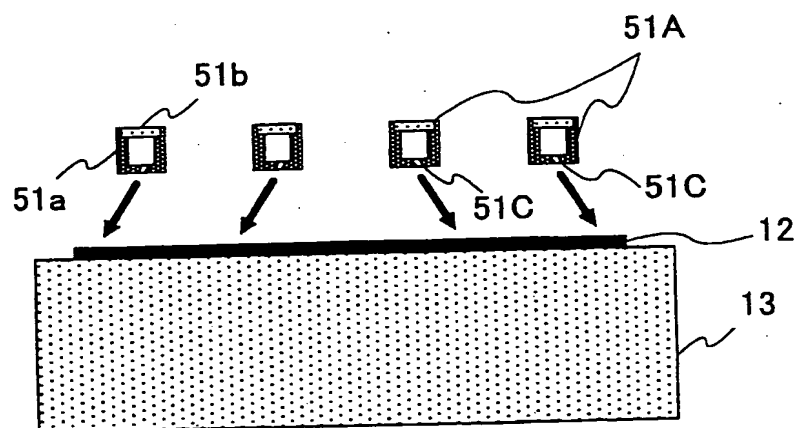


FIG.17B



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP02/03108

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl.<sup>7</sup> H01L21/31, H01L21/3065, H05H1/46

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl.<sup>7</sup> H01L21/31, H01L21/3065, H05H1/46

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2002
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2002	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2002

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2000-195800 A (Rohm Co., Ltd.), 14 July, 2000 (14.07.00), Fig. 5 (Family: none)	1-13
A	JP 2001-49442 A (Tadahiro OOMI), 20 February, 2001 (20.02.01), Fig. 4 (Family: none)	14
A	US 5656334 A (Anelva Corp.), 12 August, 1997 (12.08.97), Claim 3 & JP 8-306633 A	15-17

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.
 ☐ See patent family annex.

\* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier document but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search  
12 June, 2002 (12.06.02)Date of mailing of the international search report  
25 June, 2002 (25.06.02)Name and mailing address of the ISA/  
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP02/03108

## C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2000-58294 A (Frontec Inc.), 25 February, 2000 (25.02.00), Full text (Family: none)	1-17
A	JP 11-111708 A (Tokyo Electron Ltd.), 23 April, 1999 (23.04.99), Full text (Family: none)	1-17
A	JP 11-168094 A (NEC Corp.), 22 June, 1999 (22.06.99), Full text (Family: none)	1-17
E, A	JP 2002-64104 A (Tokyo Electron Ltd.), 28 February, 2002 (28.02.02), Full text (Family: none)	1-17

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))  
Int. Cl<sup>1</sup> H01L21/31, H01L21/3065, H05H1/46

## B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))  
Int. Cl<sup>1</sup> H01L21/31, H01L21/3065, H05H1/46

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1922-1996  
日本国公開実用新案公報 1971-2002  
日本国実用新案登録公報 1996-2002  
日本国登録実用新案公報 1994-2002

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

## C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
A	JP 2000-195800 A (ローム株式会社) 2000. 07. 14、図5 (ファミリーなし)	1-13
A	JP 2001-49442 A (大見 忠弘) 2001. 02. 20、図4 (ファミリーなし)	14
A	US 5656334 A (Anelva Corporation) 1997. 08. 12、特許請求の範囲第3項 & JP 8-306633 A	15-17

☒ C欄の続きにも文献が列举されている。

☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

## \* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの  
「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの  
「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)  
「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献  
「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献  
「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの  
「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの  
「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの  
「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日 12. 06. 02

国際調査報告の発送日 25.06.02

国際調査機関の名称及びあて先  
日本国特許庁 (ISA/JP)  
郵便番号100-8915  
東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)  
加藤 浩一



4R 8617

電話番号 03-3581-1101 内線 3425

C (続き) . 関連すると認められる文献		関連する
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	請求の範囲の番号
A	J P 2000-58294 A (株式会社フロンテック) 200 0.02.25、全文 (ファミリーなし)	1-17
A	J P 11-111708 A (東京エレクトロン株式会社) 19 99.04.23、全文 (ファミリーなし)	1-17
A	J P 11-168094 A (日本電気株式会社) 1999.0 6.22、全文 (ファミリーなし)	1-17
E、A	J P 2002-64104 A (東京エレクトロン株式会社) 2 002.02.28、全文 (ファミリーなし)	1-17

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☒ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**